Instituto Federal do Sul de Minas Gerais

Projeto e Análise de Algoritmos

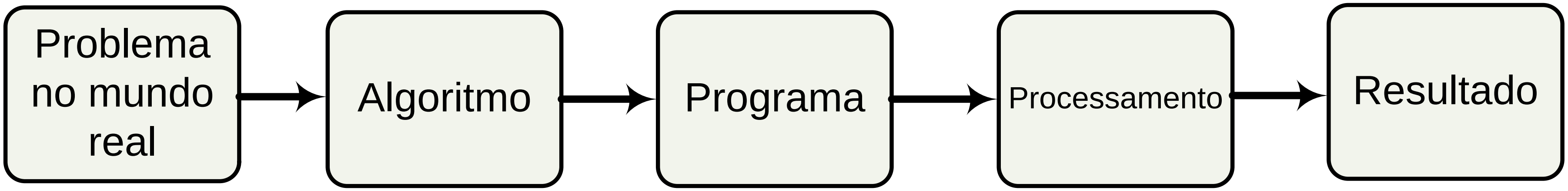
Aula 02 – Um pouco da história da computação

humberto@bcc.unifal-mg.edu.br

douglas.braz@ifsuldeminas.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL DE MINAS GERAIS

Como vocês já sabem...
Passo para a computação de alguma coisa...



Computação Efetiva
História

- *Mesmo antes do aparecimento dos primeiros computadores, os matemáticos já se preocupavam com a noção de computação efetiva.*
- *Trabalhavam a partir de uma notação imprecisa.*

Filosofando sobre a computabilidade

- O que é para você um problema computável?
- Quais são os problemas computáveis?
- Existem problemas que não podem ser resolvidos pelo computador?

Computabilidade

- Para resolver estas questões, vamos analisar o que já foi dito sobre o assunto até os dias de hoje…

1936
A computabilidade (definição)

- Em 1936, Alan Turing propôs o termo “computável”.
- Turing, definiu em seu trabalho, um artefato teórico, que ele chamou de Máquina de Computar.
  Observação: antes da existência de computadores. Apareceram só nos anos 50.
- O que pode ser efetuado pela Máquina de Computar?
- Observação importante: *A máquina de computar proposta por Turing é tão poderosa quanto os computadores atuais.*

1936
A computabilidade (pontos negativos)

- O estudo da computabilidade mostrou dois resultados negativos com relação ao computador teórico:
  - Nem tudo pode ser resolvido com o intermédio da Máquina de Computar. (Gödel)
  - É impossível apontar com precisão a classe dos problemas computáveis (Turing).
    "*sabemos que existem problemas não resolvíveis através dos computadores atuais, mas não sabemos exatamente quais são.*"

1936
A computabilidade (exemplo)

- Para um calouro em computação, pode ser difícil imaginar um problema não computável. Vamos a um exemplo prático:
  - *O algoritmo X pára para qualquer entrada válida de dados?*

Computação e Matemática

Relação

- Turing: 1936... Mas
  vamos voltar um pouco no tempo...
  No século XIX.

Século XIX
Alguns problemas com a matemática da época...

- Foi proposto o Paradoxo de Aquiles
  - *"Aquiles e a Tartaruga decidem apostar uma corrida de 100 metros. Aquiles corre 10 vezes mais rápido do que a tartaruga, e por isto, a tartaruga inicia com 80 metros de vantagem. Aquiles percorre rapidamente a distância inicial que o separa da tartaruga, mas ao alcançar os 80 metros iniciais, a tartaruga já se encontrará 8 metros à frente. Ao alcançar mais 8 metros à frente, a tartaruga já terá avançado mais 0,8 metros, e assim, Aquiles nunca alcançará a tartaruga."*

Século XIX

Alguns problemas com a matemática da época...

- Viu-se que a matemática baseada apenas na intuição nem sempre correspondia aos experimentos práticos, e por isso precisava de maior formalidade para se tornar confiável.

- Assim como o paradoxo de Aquiles, inúmeros outros foram propostos para aumentar o poder do ferramental matemático da época.

Século XIX

Alguns problemas com a matemática da época...

- O problema de Aquiles e da Tartaruga só foi explicado com o conceito de séries.
    - Os intervalos formam uma progressão geométrica e sua soma converge para um valor finito.
    - Ou seja, Aquiles alcança a tartaruga em um tempo finito.

Fim do século XIX, e início do século XX
Problemas e soluções...

- *“A idéia de considerar a matemática como um sistema formal empolgava os matemáticos do século XIX.”*

- “Em 1900, o matemático alemão David Hilbert lançou, no Segundo Congresso Internacional de Matemática, em Paris, um desafio aos matemáticos da época. **Ele reuniu uma lista de 23 problemas em aberto**, e convocou uma união de esforços para que se buscasse a solução daqueles problemas.”

- 8 ainda não foram resolvidos;

1928
O esforço dos matemáticos da época...

- As pesquisas queriam mostrar que a matemática era:
  - Completa;
  - Consistente;
  - Decidível;

- De 1900 a 1930, grande parte da comunidade matemática mundial acreditou na existência de uma matemática segura, finita, provadamente correta e livre de imprecisões.

- Mas...

1931
O Teorema de Kurt Gödel

- Teorema mais conhecido como Teorema da Incompletude de Gödel:
  - Proposições formais poderiam ser indecidíveis. Ou seja: dizer se proposições são verdadeiras ou falsas.
- O teorema de Gödel foi tão importante que fez Hilbert voltar de sua aposentadoria para tentar contribuir mais com a história da matemática. Tal esforço infelizmente não resultou em grandes avanços...
- Nota interessante: Gödel, em suas anotações possui apenas uma referência cristã, e foi justamente ao provar a incompletude matemática: *"Que Maria, Mãe de Deus, tenha piedade de mim!"*

1936
Computabilidade, definida por Alan Turing

- Turing apresenta uma máquina hipotética através da qual ele formaliza o conceito de *computável*, e mostra que o Problema de Decisão de Hilbert não tem solução.

1936
Em outro lugar no mundo...

- No mesmo ano, 1936, um pouco antes de Turing, **Alonzo Church havia chegado à mesma conclusão de Turing**, de forma totalmente independente, e por um caminho diverso àquele traçado por ele.

- Assim, Turing e Church atacam a terceira questão levantada por Hilbert e põem fim a abordagem formalista da matemática. Inicia-se uma nova era, onde problemas não solucionados se confundem com problemas não solucionáveis, e não há mecanismo efetivo que permita distinguir um do outro.

Atualmente

- Até os dias de hoje, não sabemos se a hipótese de Church e de Turing (Church-Turing) é verdadeira. Pois ela é baseada em um modelo computacional específico...

- Ou seja:

- Todos problemas que podem ser computados, são de alguma forma computados pelas máquinas que conhecemos nos dias de hoje.

- Ou seja, não existe máquina com maior poder computacional..

Porque isso é importante para um profissional de Computação?

- Ao depararmos com um problema, a princípio de difícil solução, devemos levantar a seguinte questão:
  - Será que este problema possui solução para todas as entradas? Ou seja: É decidível?
  - Posso construir um algoritmo/programa que termina em tempo finito para o problema?

Conclusões

- Ainda nos dias de hoje, não sabemos se o computador que utilizamos possui o maior poder computacional possível.
  - Não relacionado a velocidade/performance, mas relacionado a capacidade de resolver ou não problemas.
- Será que a Máquina de Turing, proposta em 1936, reconhece TUDO que pode ser computado por máquinas?
- Será que não existem arquiteturas mais poderosas que os computadores atuais?
- Ainda não sabemos ☹

Computação Efetiva

Curiosidade

- *Durante a década de 30, vários formalismos foram propostos, e posteriormente foi provado que todos possuem a mesma expressividade:*
  - *Funções μ-recursivas;*
  - *Sistemas de Post;*
  - *λ-Cálculo;*
  - *Máquinas de Turing;*

Abordagens TOTALMENTE DIFERENTES, com o mesmo PODER COMPUTACIONAL

Bibliografia

- SIPSER, Michael. Introdução à Teoria da Computação. 2a ed.:São Paulo, Thomson, 2007.

- VIEIRA, Newton José. Introdução aos Fundamentos da Computação: Linguagens e Máquinas. 1a ed.: Rio de Janeiro: Thomson, 2006.